

# Avanços da Pesquisa sobre Algodão Ultra-Adensado



## Capítulo 5



Conseguir um estande bom é o primeiro passo para implementar um bom manejo da cultura e obter retorno econômico da produção<sup>1</sup>. A definição do que é um estande ideal vai depender do lugar, condições, variedade e preferência do produtor. Muita pesquisa tem sido dedicada à definição da população ideal, principalmente em função dos lançamentos de novas cultivares. Porém, a prioridade é conseguir um estande uniforme em termos de população e vigor de plantas, com emergência rápida, tombamento minimizado e crescimento inicial homogêneo.

Potencialmente, o algodoeiro oferece uma grande plasticidade, desde que possa ajustar-se aos níveis populacionais de 100 mil a 400 mil plantas por hectare<sup>2</sup>. Em cultivo convencional, com espaçamento entre sulcos de 80 cm a 90 cm, o algodão é capaz de compensar variações populacionais no intervalo de 77 mil a 143 mil plantas por hectare (ou seja, entre 7 e 13 plantas por metro linear, com espaçamento de 90 cm), com mínimas variações de produtividade<sup>3</sup>. Porém, dentro desse intervalo existe, para cada combinação variedade x ambiente, uma população ideal que maximiza a produtividade. Para as condições de Mato Grosso, o valor ideal fica entre 80 mil e 120 mil plantas por hectare<sup>4</sup>. Para variedades tardias ou de porte grande, são recomendadas densidades de 7 a 9 plantas por metro linear, ou seja, até 100 mil plantas por hectare. Para variedades mais precoces ou de porte menor, recomendam-se as densidades maiores, geralmente 100 mil a 120 mil plantas por hectare.

Praticamente, todas as variedades comerciais disponíveis em Mato Grosso se encaixam nesses intervalos, conforme as recomendações dos seus obtentores.

José Martín  
jose.martin@cirad.fr



Engenheiro Agrônomo, mestre em Bases de Produção Vegetal pela Université des Sciences et Techniques du Languedoc, na França. Pesquisador do CIRAD nas áreas de Algodão (e Amendoim) com mais de 20 anos de experiência em trabalhos de cooperação entre África, Brasil e Paraguai, nos campos da Fitotecnia e dos Sistemas de Cultivo.

<sup>1</sup> SILVERTOOTH, 1999. p. 451-488.

<sup>2</sup> BEIRÃO, 2001.

<sup>3</sup> FUNDAÇÃO MT, 2001. 238p.

<sup>4</sup> LAMAS, 2001. 296p.

De uma maneira geral, num ambiente dado, a resposta do algodoeiro a variações de estande apresenta um padrão de tipo parabólico, ou seja, com fase ascendente, chegando até um máximo de produtividade e, logo, a uma fase descendente<sup>5</sup>. A parábola é bastante suave em muitas situações, mas é muito importante compreender porque a produtividade começa a cair quando ultrapassa o valor de estande que leva à produtividade máxima.

Aumentar a população de plantas por área plantada leva a aumentar a quantidade de estruturas reprodutivas produzidas por área, resultando em plantas com menor desenvolvimento individual (hastes mais finas e menor desenvolvimento lateral). Também leva a aumentar a área foliar da lavoura, ou seja, a captação de energia solar e, portanto, o potencial produtivo teórico. Porém, o difícil é efetivar esse incremento de potencial produtivo<sup>6</sup>. Por qual motivo a produtividade deixa de crescer e começa a cair, ultrapassado certo nível de estande? E, como agravante, por quais motivos esse nível não é constante e varia de uma situação para outra, de um ano para outro? Para isso, é preciso tentar introduzir-se na intimidade do ambiente de cada planta dentro do dossel.

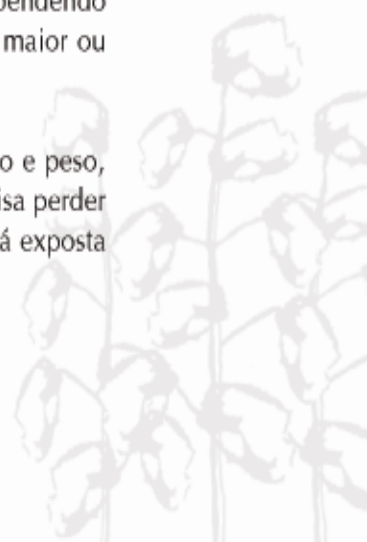
A produção de botões florais é seqüencial, de baixo para cima e do centro para fora, obedecendo ao “relógio” interno que contabiliza unidades de calor. A planta conserva apenas uma fração das estruturas reprodutivas produzidas, atacadas por pragas ou abortadas pela própria planta em resposta a qualquer tipo de estresse. Toda maçã, muito exigente em recursos fotossintéticos para seu crescimento, é abastecida quase que, exclusivamente, por sua folha axilar (pequena) e a folha da haste principal (grande), que axila o seu ramo frutífero. A atividade fotossintética dessas duas folhas depende diretamente da luz que recebem. As folhas que nutrem as primeiras maçãs, aquelas formadas logo depois do início da floração na parte baixa das plantas, ficam sombreadas pelas folhas de cima da própria planta e das plantas vizinhas, quando muito próximas. O índice de abortos das maçãs jovens depende das condições climáticas e do grau de sombreamento gerado pelas folhas de cima: quanto menos sol e mais sombreamento, maior o índice de abortos. Se o índice de abortos for alto, as plantas continuam num ambiente “juvenil”, orientadas para um crescimento vegetativo prolongado. Se o índice de retenção for alto, as plantas ficam “grávidas”<sup>7</sup>, orientadas para a produção precoce, com cada vez menos recursos para o crescimento vegetativo e geração de potencial produtivo tardio. Dependendo dos índices de abortos ou de gravidez precoce, no final, as plantas exibiram maior ou menor altura e número de nós, e maior ou menor precocidade.

A maçã madura, já superada com sucesso a fase de crescimento em tamanho e peso, não está fora de perigo. Para o capulho estourar sem problemas, a maçã precisa perder água. Se o ambiente em que ela se encontra não facilita a secagem, ela estará exposta à colonização por fungos e apodrecimento.

<sup>5</sup> BEIRÃO, 1999. p. 182.

<sup>6</sup> *Ibid.*

<sup>7</sup> STICHLER, 1991.



Portanto, o sombreamento das maçãs é um fator-chave que influencia, primeiro, o índice de pegamento das maçãs e, em seguida, o risco de apodrecimento das mesmas. Quanto mais fechado o dossel e mais altas as plantas, maior o potencial produtivo teórico, porém maiores os riscos de perdas por abortos e apodrecimentos de maçãs. Além do mais, há outros fatores com reflexo negativo na produtividade quando aumenta o fechamento do dossel, como ambiente interior mais favorável ao desenvolvimento de doenças e aplicações de defensivos menos eficientes, por maior dificuldade em penetrar e chegar aos alvos.

A interferência com as condições climáticas é muito importante. Quanto mais fechado o dossel, maior a exigência de luz e de água. A maior exigência de luz solar é para conseguir algum grau de atividade fotossintética na parte baixa do dossel. A maior exigência de água é para satisfazer as necessidades globais para a transpiração. Para dar certo, dosséis muito fechados precisam de tempo ensolarado e chuvas noturnas. Períodos de vários dias muito chuvosos e nublados podem prejudicar bastante as lavouras de algodão, principalmente os estandes elevados, provocando perdas por abortos, se coincidir com a fase de pegamento das maçãs, ou apodrecimento, se for mais tardio. Períodos de veranico também podem acontecer, sendo que as lavouras mais densas serão as primeiras a sentir o efeito, por serem as que mais consomem água com a transpiração.

Implementar estandes mais elevados por meio da redução do espaçamento entre sulcos, por exemplo, passando de 90 para 76 cm, pode ser uma opção estratégica interessante em algumas situações, como em áreas com histórico de baixo crescimento vegetativo ou com plantio tardio. Nesses casos, a menor fertilidade do solo ou a menor disponibilidade de chuvas levam a plantas menos desenvolvidas e a ciclos mais curtos. O adensamento da cultura permite compensar o menor potencial produtivo de estandes convencionais. Ao contrário, se as condições de solo e clima propiciam crescimento normal, o estreitamento dos sulcos vai induzir maior exigência de controle de altura com reguladores, pelo menos na fase inicial. O objetivo é harmonizar a altura das plantas com o espaçamento entre fileiras, de modo a minimizar os efeitos de sombreamento mútuo do baixeiro das plantas. Tem-se estabelecido, como norma clássica, não ultrapassar o valor de 1.5 para a relação altura/espaçamento, ou seja, altura de 1,35 m para espaçamento de 0,90 m, ou altura de 1,14 m para espaçamento de 0,75 m<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> LAMAS, 2001. 296p.

<sup>9</sup> Introdução escrita com base na revisão de literatura apresentada no Projeto FACUAL/Unicotton n° 35/2002, vide Belst e Martin (2004). Essa revisão é baseada na palestra do Dr. Juan A. Landívar, apresentada na 7ª Reunião da Associação Latino-americana de Investigación y Desarrollo del Algodón – ALIDA, em Santa Cruz de la Sierra (Bolívia), em 1999, e trabalhos apresentados e publicados nas Conferências do Cotton Beltwide celebradas em San Antonio, Texas – EUA, em janeiro de 2000.



## Algodão Adensado e Ultra-Adensado

Elevar o estande reduzindo o espaçamento entre sulcos pode ser interessante em algumas situações<sup>9</sup>. Porém, alterar o espaçamento entre sulcos muda o sistema de produção como um todo, pois interfere no dimensionamento dos maquinários e no planejamento, a curto e médio prazos. Sistemas de produção com linhas estreitas, até 76 cm de espaçamento, são compatíveis com as colhedoras de fusos convencionais, mediante equipamento opcional na plataforma de colheita para regular o espaçamento dos elementos colhedores. Abaixo de 76 cm, precisa-se de colhedoras de pentes, chamadas *cotton stripper* porque “pelam” as plantas, colhendo os capulhos com casca e ramos (Figura 1). As colhedoras de fusos são chamadas *cotton picker* ou *picker* porque os fusos “apanham” apenas os capulhos pela pluma. Essa situação tem prevalecido até o recente lançamento comercial de um novo modelo de colhedora de tipo *picker* (de fusos), capaz de colher em sulcos ultra-estritos. As colhedoras de tipo *picker* têm melhor desempenho operativo (maior velocidade, menor índice de perdas, menores restrições quanto à altura das plantas e umidade das mesmas na hora de colher) e qualitativo (fibra mais limpa), mas são muito mais onerosas na compra e na manutenção que as colhedoras de tipo *stripper* (até três vezes mais). Algodão com linhas estreitas colhido de *stripper* tem menor custo de colheita, porém maiores gastos para beneficiar. Limpadores adicionais são necessários, sob pena de reduzir de 20% a 50% a produtividade da algodoeira e produzir uma fibra de menor aptidão na fiação. A fibra *stripper* é menos procurada e comercializada com deságios por apresentar tipo inferior.



Figura 1: Colhedora *stripper* John Deere 7455 com plataforma BollBuster, importada pela Fundação Centro-Oeste. Em 2004, tem sido usada em ensaios pela Embrapa na base de pesquisa da Fundação em Primavera do Leste e na Fazenda Itaquerê, assim como nos ensaios Coodetec/Unicotton nas fazendas Adriana e Mourão, de Campo Verde.

Um sistema de produção baseado em cultivo com linhas ultra-estreitas e colheita de *stripper* tem sido desenvolvido nos EUA para melhorar a produtividade e/ou a precocidade em áreas ou condições marginais e reduzir custos. Trata-se do sistema *Ultra Narrow Row Cotton* (UNRC<sup>10</sup>), também chamado de algodão ultra-adensado (ou adensado). Por algodão ultra-adensado compreende-se o espaçamento dos sulcos de plantio inferior a 20 polegadas (51 cm), sendo mais comum 15' (38 cm), chegando-se até a 7.5' (19 cm). O estande varia entre 120 mil e 380 mil plantas/ha, sendo mais comum 200 mil a 250 mil plantas/ha.

O conceito de algodão adensado é bastante antigo (até secular), mas só foi viabilizado com o surgimento dos herbicidas pós-emergentes antifolha larga e das variedades transgênicas resistentes a herbicidas, assim como das aplicações precoces de regulador de crescimento. Muitas pesquisas sobre algodão adensado foram realizadas no Texas e em outros estados em consequência da crise do algodão de 1996, que acarretou drástica diminuição da área plantada. O objetivo principal era a redução dos custos de produção, contemplando-se três vias: algodão adensado, variedades transgênicas resistentes a lagartas e/ou aos herbicidas, e sistemas conservacionistas, do tipo plantio direto, sem excluir a combinação entre essas vias.

A colheita de *stripper* precisa de algodoeiros "*short, slender, clean and dry*"<sup>11</sup>, ou seja, de lavouras com plantas baixas, finas, limpas e secas:

- a) algodoeiros baixos (idealmente 70 cm) e com hastes finas – Consegue-se com um estande denso, uniforme e com aplicação precoce de regulador de crescimento (estágio primeiro botão floral);
- b) algodão limpo de plantas daninhas – É necessário um eficiente programa de aplicação sequencial de herbicidas, além de estande denso, uniforme e vigoroso no início (noção muito importante de dianteira competitiva);
- c) algodão limpo e seco (de 14% a 13% de umidade para ficar quebradiço e poder colher) – precisa de eficiente programa de aplicação de desfolhantes, maturadores e dessecantes.

As variedades de tipo determinado e porte reduzido (*stripper varieties*) são mais indicadas do que as variedades menos determinadas e de porte grande, potencialmente mais produtivas (*picker varieties*).

<sup>10</sup> Denominação patenteada pela BASF Agricultural Products, empresa que teve uma grande participação nos avanços registrados nas décadas de 1980 e 1990 sobre monitoramento e manejo da cultura do algodão.

<sup>11</sup> Fórmula da BASF Agricultural Products.



O aumento de produtividade e precocidade esperado com a implementação de algodão adensado é fundamentado na captação mais precoce e mais intensa dos recursos de luz e água. A cultura cobre muito mais cedo a área plantada (fechamento das entrelinhas aproximadamente aos 40 dias, ao invés de 70), propiciando redução da fração evaporada pelo solo com o aumento da fração transpirada pelas plantas, levando ao melhor aproveitamento da água disponível. As funções transpiração e fotossíntese aumentam junto com a área foliar, levando ao maior potencial produtivo em menos tempo. O controle drástico do crescimento vegetativo inicial com regulador de crescimento e a intensa competição entre as plantas acarretam, geralmente, algodoeiros de menor altura e menor número de nós, potencialmente mais precoces.

A captação mais precoce e mais intensa dos recursos de luz, água e também nutrientes (maior emaranhado radicular) faz com que o algodão ultra-adensado seja uma tecnologia indicada para tentar elevar a produtividade em situações marginais, sem irrigação, que conduzem naturalmente a ciclos mais curtos e menos produtivos. Por exemplo, estação chuvosa curta, solos de baixa fertilidade ou plantios tardios. Porém, o algodão adensado é sensível à ocorrência de estresse durante o seu ciclo, particularmente o hídrico. Quanto maior o adensamento, maior a quantidade de água transpirada. Vários trabalhos, principalmente no ensolarado Texas, têm mostrado de maneira bastante consistente que, não havendo limitação hídrica (e se não houver problemas de pegamento precoce das posições frutíferas), a produtividade responde linearmente ao adensamento. Havendo limitação hídrica, as densidades mais altas deprimem a produtividade. As densidades mais elevadas não são indicadas quando a alimentação hídrica for um fator limitante, ou apresentar algum risco neste sentido.

Outras pesquisas no Texas e em outros estados mostram que os ganhos de precocidade e produtividade não são sistemáticos, podendo acontecer um ou outro tipo de ganho ou nenhum, segundo os ensaios. Essa inconsistência dos resultados – bastante aleatórios e imprevisíveis – tem a ver com a complexidade do funcionamento produtivo do algodoeiro, com alta interferência das condições ambientais no índice de abortos no baixeiro em função da estrutura do dossel. Os ganhos de precocidade do algodão adensado dependem, em grande parte, do índice de retenção das primeiras maçãs e poderiam ter reflexo em ganhos de produtividade se o potencial produtivo mais tardio do algodão convencional não tiver condição de prosperar em decorrência de algum estresse de final de ciclo.

Resumindo, o manejo do algodoeiro em sistema adensado consiste, primeiro, em formar maior área foliar para aumentar o potencial produtivo precoce e, logo depois do início da floração, privilegiar o lado reprodutivo para efetivar esse potencial. Pretende-se que

a transição do vegetativo para o reprodutivo seja menos gradativa, mais violenta (tipo virada) do que no sistema convencional. Em outras palavras, pretende-se, pelo manejo, mudar o hábito da cultura para mais determinado, minimizando a duração da fase de coabitação competitiva tipo “puxa e afrouxa” entre as fases vegetativa e reprodutiva. Portanto, o algodão ultra-adensado exige um manejo de alto nível, com monitoramento mais rigoroso ao longo do ciclo, maior rapidez na tomada de decisões e na sua execução, contudo o sucesso dessa estratégia depende muito, além do manejo, das condições ambientais nesse período; o índice de abortos determinará se há transição lenta ou virada acelerada do vegetativo para o reprodutivo.

No Brasil, embora não havendo colhedoras de tipo *stripper*, o potencial do sistema de algodão ultra-adensado incitou alguns pesquisadores a experimentarem sulcos ultra-estreitos e alguns produtores a testarem esse sistema, visando reduzir os custos e aumentar a competitividade. São apresentados, a seguir, os últimos avanços registrados, primeiro nos EUA e na Austrália e, em seguida, no Brasil, discutindo, em conclusão, as possibilidades de implementar o sistema adensado em algumas situações brasileiras.

## Avanços Recentes nos EUA e na Austrália

A situação do algodão ultra-adensado nos EUA foi apresentada por um extensionista americano convidado no III Congresso Brasileiro de Algodão realizado em 2001, em Campo Grande-MS<sup>12</sup>. O algodão ultra-adensado seria uma maneira de melhorar a competitividade, mantendo a produtividade e reduzindo os custos de produção. Custos variáveis podem ser semelhantes ou até, às vezes, superiores em algodão ultra-adensado, mas custos fixos são bem menores, em decorrência da colheita de *stripper*. Porém, devido ao beneficiamento mais oneroso (limpeza) e fibra menos procurada pelas indústrias têxteis (pior fiabilidade), não se oferece incentivo para o desenvolvimento dessa tecnologia.

Talvez, o maior incentivo a favor do algodão ultra-adensado possa ter sido a maior flexibilidade e a menor vulnerabilidade que oferece aos produtores ocasionais para rotacionar algodão com outras culturas, ou para valorizar áreas marginais com menor potencial para algodão. Essas situações incluem algodão de sequeiro em áreas pouco férteis, ou com estação chuvosa curta, ou ainda em caso de plantios tardios. Estes ocorrem, principalmente, nas rotações em sistemas de plantio direto, com algodão seguindo uma cultura comercial de inverno ou uma cobertura a ser dessecada para formar palhada.

<sup>12</sup> ROBERTSON, 2001.



A partir de 2002, nas conferências do Cotton Beltwide, nos EUA, houve menos trabalhos sobre algodão ultra-adensado que no período anterior. O uso de semente transgênica pode trazer benefícios para o algodão ultra-adensado, por meio de variedades resistentes a herbicida e, inclusive, a lagartas (melhor proteção das primeiras maçãs). O custo mais elevado da semente transgênica leva a questionar as densidades mais altas usadas em algodão ultra-adensado. As recomendações de 200 mil a 500 mil plantas por hectare visam obter plantas “caneludas” para facilitar a colheita de *stripper*.

Num trabalho de três anos realizado no Estado do Alabama<sup>13</sup> em sistema de plantio direto em solo arenoso, foram pesquisados níveis de adensamento com plantios de tipo meio tardio, tardio e muito tardio. Plantios meio tardios toleram densidades até bastante altas, mas, em plantios tardios, a produtividade começa a cair acima de 200 mil plantas por hectare. Plantios muito tardios ficam muito arriscados, com qualquer nível de adensamento. Em outro trabalho realizado por três anos no Estado do Tennessee<sup>14</sup>, a máxima produtividade correspondeu a 266 mil plantas por hectare, porém o retorno econômico foi maximizado com apenas 133 mil plantas por hectare, o qual corresponde a um arranjo em que as plantas ficam praticamente à mesma distância umas das outras, seja no sulco ou entre sulcos.

Neste último trabalho implementado com colheita de *stripper* e descaroçamento de serras com limpadores de fibra, foram tomados em conta, além do preço da semente transgênica, a desvalorização por causa da qualidade da fibra. Este trabalho evidenciou que, quanto maior o adensamento, maiores índices de resíduos na pluma e menor *micronaire*. Vale ressaltar o alcance desse resultado que foi conseguido com beneficiamento de tipo industrial, contrariamente à maioria dos ensaios, onde apenas uma pequena amostra é descaroçada com máquina de rolo em laboratório.

Outro trabalho cooperativo muito exemplar<sup>15</sup> conduzido por cinco universidades americanas e a pesquisa federal em seis estados por três anos trazem avanços sobre o comportamento das plantas de algodão ultra-adensado. Já se sabia que as plantas ficam menos desenvolvidas vertical e lateralmente, com menos capulhos por planta e, freqüentemente, capulhos de menor tamanho e peso. Mas não estava claro que, no início da floração, as plantas ultra-adensadas apresentam menor número de ramos frutíferos formados. Também não estava estabelecido que o ponteiro (parte superior das plantas) estava contribuindo para a maior parte da produção, na maioria das situações (o baixeiro teve maior contribuição produtiva apenas no Texas, onde o clima é mais seco e luminoso). Essa elevada contribuição do ponteiro invalida o uso indiscriminado do indicador NAWF = 5 (ou seja, 5 nós acima da flor branca ou creme) para assinalar o encerramento do ciclo produtivo efetivo do algodoeiro. O último capulho efetivo, freqüentemente, coincide com NAWF = 3 ou,

<sup>13</sup> DELANEY, 2002.

<sup>14</sup> LARSON, 2003, p. 436-437.

<sup>15</sup> GWATHMEY, 2004, p. 2009.

às vezes, menos. A determinação de um nível crítico para NAWF, como ferramenta de monitoramento para fornecer uma informação precoce sobre qual é o último capulho efetivo, ficou, por enquanto, em aberto. O valor de NAWF a ser usado para manejar a cultura terá que ser determinado caso a caso, regionalmente ou localmente, com base na experiência dos técnicos ou dos produtores.

Confirmam-se, assim, resultados preliminares conseguidos no Arkansas<sup>16</sup>, que ajudam a entender por que, muitas vezes, o algodão adensado não produz os ganhos de precocidade esperados. Essas alterações do comportamento das plantas devem ser interpretadas em relação às mudanças geradas no microclima das lavouras ultra-adensadas. Um trabalho realizado na Flórida<sup>17</sup> demonstrou que a configuração do dossel tem muito efeito no microclima efetivo na lavoura. A altura das plantas tem muita importância, mas o espaçamento entre sulcos também incide bastante. Uma vez estabelecido o dossel, o algodão ultra-adensado teve, em média, temperaturas diurnas inferiores em 1 a 2 graus comparando-o ao algodão convencional, as quais foram registradas pelo “relógio” interno da planta, induzindo um desenvolvimento geral mais lento na segunda metade do ciclo do algodoeiro. Correlativamente, a umidade relativa do ar ficou superior em 3 a 7 pontos percentuais, propiciando ambiente mais úmido no algodão ultra-adensado.

Na Austrália<sup>18</sup>, o algodão em sulcos ultra-estreitos é igualmente cultivado em regiões com estação chuvosa curta, onde é preciso reduzir o custo com colheita. Alguns trabalhos relatam ganhos de produtividade com o algodão ultra-adensado<sup>19</sup>, porém dificilmente foram obtidos os ganhos de precocidade esperados. Pareceu, então, oportuno testar variedades de porte francamente menor, supostamente mais adaptadas. Uma variedade com a característica *cluster* (ramos frutíferos curtos, capulhos bem próximos da haste principal) foi testada sem sucesso quando comparada à variedade Sicala 40, da qual foi derivada. O mesmo aconteceu em Mississipi<sup>20</sup>, onde o uso de variedades com folhas de tipo okra (muito recortadas, parecidas com as folhas de mandioca) não foi proveitoso, ao contrário do uso de variedades transgênicas resistentes ao glifosato, que produziram mais do que as variedades convencionais, dois anos em três. A conclusão do trabalho australiano foi dupla: melhorar por via genética o potencial produtivo de materiais de porte menor, e identificar os processos-chave do funcionamento do algodão ultra-adensado para sair da baixa previsibilidade de desempenho, em termos de produtividade e/ou precocidade.

Em ensaios anteriores, a mesma equipe<sup>21</sup> do Mississipi apresentou resultados com vantagem na produtividade de algodão em caroço para o algodão ultra-adensado, mas empate na produtividade em fibra, em decorrência da inferioridade no rendimento em fibra no descaroçamento. Houve, nesses ensaios, casos de redução de *micronaire* com sulcos ultra-estreitos. Na Carolina do Norte, foram igualmente registrados, em dois

<sup>16</sup> VORIES, 2002.

<sup>19</sup> ROCHE, 2003.

<sup>17</sup> MAROS, 2004, p. 870-877.

<sup>20</sup> NICHOLS, 2004, p. 1-12.

<sup>18</sup> ROCHE, 2004, p. 2009-2011.

<sup>21</sup> Id., 2003, p. 148-155.



ensaios, rendimentos em fibra no descaroçamento significativamente inferiores com sulcos ultra-estreitos<sup>22</sup>. Trabalhos anteriores realizados no Estado do Arkansas<sup>23</sup> já mostravam menores rendimentos em fibra e menor *micronaire* com sulcos ultra-estreitos, além de maiores índices de fibra curta, de fibra imatura, de conteúdo de corpos estranhos, *trash* e poeira na pluma.

Enfim, na última edição das conferências do Cotton Beltwide, em janeiro 2005, uma nova unidade de colheita de tipo *picker* (de fusos), capaz de colher algodão em sulcos ultra-estreitos, chamou a atenção. Trata-se da plataforma de colheita PRO VRS 12, desenvolvida pela John Deere, já introduzida no Brasil. Testes muito completos estão sendo realizados nos EUA, cujos resultados preliminares apontam uma qualidade equivalente à *picker* convencional<sup>24</sup>. Como motivo do surgimento dessa nova opção de colheita para o algodão adensado, foi apresentado um balanço atualizado do sistema de algodão adensado colhido de *stripper*. Apesar de conseguir geralmente produtividade igual ou superior e custo de produção inferior ao sistema convencional, o algodão adensado colhido de *stripper* tem sido freado no seu desenvolvimento por três fatores: maior exigência da lavoura seca para colher, maior custo com limpeza no descaroçamento e menor preço na venda da fibra. Aplica-se um desconto de 3 a 5 centavos de dólar por libra de fibra *stripper*, por apresentar menor fiabilidade, devido, em grande parte, à maior quantidade de *neps* na fibra. Este fator é importante de destacar, já que a análise de fibra padrão por HVI não inclui análise de *neps*. Com o novo modelo de *picker* para o algodão ultra-adensado, supera-se o inconveniente de pior qualidade de fibra das colhedoras de tipo *stripper*<sup>26</sup>, mas perde-se a vantagem de custo de colheita reduzido, que é o principal componente na redução do custo de produção do sistema.

## Avanços no Brasil

No Brasil, os trabalhos de pesquisa sobre algodão em sulcos estreitos e ultra-estreitos começaram no final da década de 1990. Continuam em ritmo moderado até hoje, por enquanto, sem incorporar o fator sementes transgênicas. Os institutos de pesquisa e as universidades realizam, principalmente, ensaios segundo desenhos experimentais clássicos, colhidos à mão, com avaliações basicamente agrônômicas, sem aprofundar em considerações pós-colheita e/ou econômicas. Já nos últimos anos, com base nos resultados nacionais e em referências internacionais e objetivando reduzir os custos de produção, alguns testes em escala subcomercial foram realizados em nível de fazenda e de algodoeira.

<sup>22</sup> RENIHARDT, 2004, p. 743-755. <sup>23</sup> Ibid.

<sup>23</sup> VORIES, 2001.

<sup>24</sup> WILLCUTT, 2005.

<sup>26</sup> McALLISTER III, 2005, p. 15-23.

Vários trabalhos foram apresentados nas últimas edições do Congresso Brasileiro de Algodão (Campo Grande – 2001, Goiânia – 2003 e Salvador – 2005). Mas, como ocorre nos EUA e na Austrália, os resultados brasileiros exibem grande variabilidade, podendo até parecer erráticos. Os objetivos de ganho de produtividade e/ou precocidade habitualmente esperados com algodão adensado com sulcos ultra-estreitos nem sempre são atingidos, sendo que, às vezes, aparecem resultados contrários. O mesmo acontece quanto ao rendimento em fibra e qualidade intrínseca da fibra, às vezes inalterados e, outras vezes, piorados. Como exemplo de resultados parcialmente contraditórios, há vários trabalhos realizados na virada do século, no sul do Brasil, por institutos agrônômicos (IAPAR<sup>27</sup>, IAC<sup>28</sup>) ou universidades (UNESP<sup>29</sup>, UFL<sup>30</sup>). A seguir, passamos a apresentar trabalhos mais recentes realizados nos cerrados do Centro-Oeste, alguns em época de safra normal e, outros, em condições de safrinha.

## Avanços na Região Centro-Oeste

A Fundação MT, em 2002/03, comparou o espaçamento convencional para o algodão com o espaçamento para soja, ou seja, 90 cm contra 45 cm, em dois experimentos realizados nos municípios de Campo Verde e Pedra Preta<sup>31</sup>. O estande ficou com cerca de 90 mil plantas por hectare para espaçamento convencional e com 210 mil com sulcos estreitos num local, apenas 140 mil no outro local. O plantio foi realizado em época normal, com a variedade Fibermax 966 (FM966). A produtividade foi elevada em torno a 300 @/ha, mas ambos os ensaios foram claramente desfavoráveis ao adensamento, que provocou queda de 12% a 15% na produtividade.

A Embrapa tem coordenado um trabalho em rede muito interessante com diferentes fundações do Centro-Oeste, primeiro em Mato Grosso do Sul (2001/02 a 2003/04)<sup>32</sup> e, depois, em Goiás<sup>33</sup> e Mato Grosso (2004/05)<sup>34</sup>. Os trabalhos envolvem três a quatro espaçamentos entre sulcos e quatro densidades de plantas na linha, levando a 12 ou 16 tratamentos por experimento. Espaçamentos de 30 cm a 120 cm cruzados com densidades de 4 a 16 plantas por metro linear geram uma ampla e interessante gama populacional de 33 mil ou 44 mil, até 533 mil plantas por hectare. Os experimentos são repetidos com diferentes variedades. Os ensaios de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso mostraram que, adensando o cultivo, a altura das plantas tende a diminuir e a produtividade a aumentar, até certo ponto. Os ensaios de Goiás tiveram empate geral nas produtividades em fibra, sendo que, adensando o cultivo, o peso médio de um capulho e o rendimento em fibra no descaroçamento ficaram inferiores. O conjunto de dados gerados oferece um potencial muito rico que merece exploração aprofundada, com análise gráfica e matemática tridimensional, considerando a resposta da cultura como função conjunta de ambos os fatores: espaçamento e densidade.

<sup>27</sup> SILVA, 2001, p. 644-645.

<sup>28</sup> SCHMIDT, 2003.

<sup>29</sup> FERREIRA, 2005.

<sup>30</sup> CARVALHO, 2005.

<sup>31</sup> AGUIAR, 2003.

<sup>32</sup> LAMAS, 2005.

<sup>33</sup> BOLONHESI, 2003.

<sup>34</sup> LAMAS, 2005.

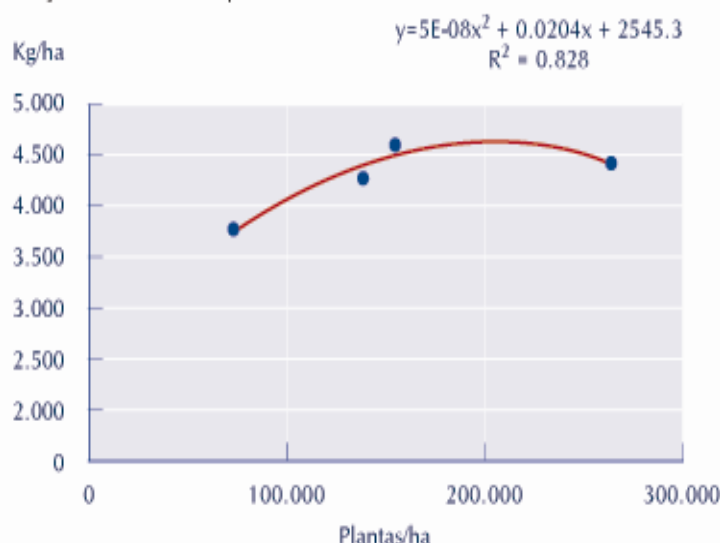


## Posicionamento para a Safrinha

Um estudo preliminar realizado pela Coodetec em Primavera do Leste, em 2000, envolvia dois espaçamentos e três variedades, em duas épocas de plantio tipo safrinha (17 de janeiro e 21 de fevereiro)<sup>35</sup>. Os espaçamentos eram o convencional, com 95 mil plantas por hectare, e o adensado, com sulcos tipo soja, espaçados em 45 cm, e estande de 185 mil plantas por hectare. Em ambos os casos, o adensamento do cultivo propiciou um aumento expressivo da produtividade, de mais 20% para todas as variedades. No ensaio de janeiro, o rendimento em fibra caiu significativamente com o adensamento, perdendo 0.8 pontos, ou seja, -2%, em termos relativos.

Os trabalhos seguintes, realizados em três fazendas de Campo Verde, em 2002/03 e 2003/04, foram direcionados para a colheita mecanizada de *stripper*. O trabalho do primeiro ano consistiu numa bateria de ensaios incluindo os seguintes fatores: espaçamento entre linhas, densidade de plantas na linha, variedades e, inclusive, semeadura a lanço<sup>36</sup>. Os ensaios foram plantados em meados de janeiro, sobre palhada residual de milho. Um controle precoce do crescimento vegetativo com regulador manteve as plantas com baixa estatura, entre 80 cm e 95 cm de altura. No primeiro ensaio, estreitando os sulcos de 90 cm a 45 cm, a produtividade foi significativamente aumentada em 13% chegando, a 300 @/ha. A resposta produtiva ao espaçamento e densidade considerados conjuntamente se encaixa num padrão de resposta de tipo parábola (Gráfico 1). No caso de sulcos

Gráfico 1: Relação entre estande e produtividade – Fazenda Marabá – safra de 2002/03\*.



\* Os pontos resultam de 4 combinações entre espaçamento (90 e 45 cm entre linhas) e densidade de plantas na linha (6 e 11) obtidos com 4 variedades (CD406, CD407, Makina e FM966).

Fonte: BÉLOT, 2004.

<sup>35</sup> MARTIN, 2001.

<sup>36</sup> BÉLOT, 2004. 34p.

de 45 cm, a produtividade máxima seria atingida com densidade na linha de 9 plantas por metro linear, resultando num estande de, aproximadamente, 200 mil plantas por hectare. Esse valor médio pode e deve ser ajustado em função das variedades. Valeria para a CD 406, mas, para variedades de porte maior, deve ser diminuído, como no caso de CD 407, até 180 mil plantas por hectare. Para variedades de porte menor, tem que ser aumentado, como no caso da cultivar Makina, com 210 mil, ou da cultivar FM966, com 216 mil plantas por hectare.

Num segundo ensaio, cujo objetivo era comparar o sentido da colheita sob o desempenho da máquina *stripper*, foi confirmado o interesse do adensamento com sulcos de 45 cm. A produtividade aumentou de 290 para 340 @/ha, adensando de 120 mil para 240 mil plantas por hectare. As variedades envolvidas foram Makina e CD 401.

O terceiro ensaio pretendia comparar sulcos estreitos de 45 cm com sulcos ultra-estreitos de 22 cm. Dessa maneira, conseguiu-se um cultivo adensado de 268 mil plantas por hectare e um cultivo ultra-adensado de 471 mil plantas por hectare. A produtividade média do ensaio foi muito elevada: 300 @/ha. O ultra-adensamento provocou queda de produtividade de 10%, em média, para três variedades das quatro (CD 407, CD 406 e Makina). A quarta variedade FM966 ainda apresentou um aumento de produtividade de 4%, quando ultra-adensada.

O quarto ensaio incluía 12 variedades comerciais ou linhagens da Coodetec em plantio adensado, com sulcos a 45 cm e estande em torno de 243 mil plantas por hectare. A produtividade foi muito elevada, com média de 302 @/ha. As variedades que tiveram melhor desempenho foram CD 406, FM966 e Makina. O grupo menos produtivo incluía CD 407, ITA90 e BRS Cedro, além de linhagens de porte alto, o que indica que as variedades de porte menor teriam melhor desempenho nesse tipo de estande adensado (sulcos a 45 cm).

Enfim, a semeadura a lanço propiciou estande muito elevado e desuniforme, até 740 mil plantas por hectare, e produtividade baixa quando comparada com os ensaios anteriores, na faixa de 200 @/ha. A variedade usada foi a FM966 e a meta visada era de 350 mil a 450 mil plantas por hectare. Duas áreas serviram para avaliar a produtividade por amostragem. A produtividade diminuiu de 220 para 200 @/ha quando o estande aumentou de 475 mil para 707 mil plantas por hectare.

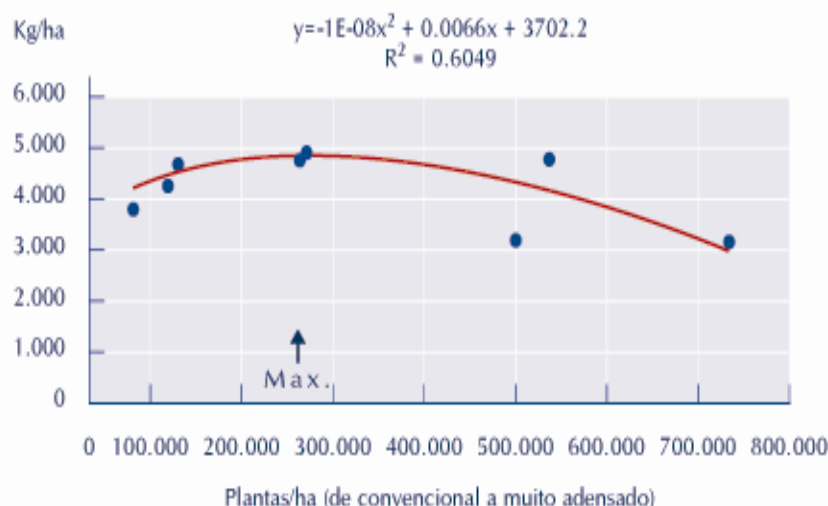
Colocando todos os pontos destes experimentos num mesmo gráfico, evidencia-se que, em condições de safrinha, a produtividade responde ao adensamento com sulcos estreitos e ultra-estreitos, segundo o mesmo padrão geral de curva parabólica. A produtividade



aumentou até, aproximadamente, 250 mil plantas por hectare, e decresceu além desse valor (Gráfico 2). A implementação do estande se faz ajustando a densidade na linha, em função do espaçamento entre sulcos estreitos ou ultra-estreitos, com plantadeira de precisão. Um trabalho adicional seria necessário para aprimorar recomendações para espaçamentos ultra-estreitos, inferiores a 45 cm entre sulcos. Porém, em função das tendências observadas, poderíamos recomendar um estande de 200 mil a 250 mil plantas por hectare, para espaçamento entre sulcos de 45 cm, e de 250 mil a 300 mil plantas por hectare, para espaçamento entre sulcos de 22,5 cm, valores a serem naturalmente ajustados segundo variedades e condições locais.

Nesses ensaios tipo safrinha, as plantas atingiram o estágio de 80% de capulhos abertos entre os 150 e 175 dias. A variabilidade de maturidade dentro dos ensaios foi menor do que a variabilidade entre ensaios. A área mais precoce foi a área hiper-adensada semeada a lanço, que chegou a esse estágio aos 136 dias, mas também foi a menos produtiva (200 @/ha). Os ensaios mais tardios (155 a 175 dias) foram os mais produtivos (300 @/ha) e foram aqueles com plantas mais altas (porém inferiores a um metro)<sup>37</sup>. O adensamento do cultivo, neste caso, parece ter propiciado maiores ganhos em produtividade do que em precocidade, porém, comparando-se com lavouras de safra normal de mesmo nível de produtividade, houve ganho de precocidade com as diferentes opções de safrinha.

Gráfico 2: Relação entre estande e produtividade – Fazenda Marabá – safra de 2002/03\*.



\* Os pontos resultam de várias combinações de espaçamento entre linhas e densidade de plantas na linha obtidos com diversas variedades, assim como de plantio ultra-adensado a lanço com a FM966.

Fonte: BÉLOT, 2004.

<sup>37</sup> MARTIN, 2005.

Nessa mesma bateria de ensaios, não houve variações de rendimento de fibra, desfavorecendo o adensamento. A qualidade intrínseca da fibra diminuiu com o adensamento apenas no primeiro ensaio. Registrou-se uma tendência à leve diminuição do comprimento (de 29,4 mm a 28,9 mm – 1,7%) e do *micronaire* (de 4,0 a 3,8 pontos – 4,5%), correlativa a uma diminuição do peso dos capulhos (de 7,05 g a 6,85 g, -2,8%) e atribuível a uma maior competição entre eles quando passar de 100 mil a 210 mil plantas por hectare. Porém, esse efeito e essa coerência não foram detectados nos outros ensaios.

Os ensaios da bateria foram desenhados para serem colhidos à máquina, com um protótipo de *stripper*. O limpador HL (ou seja, o extrator de casca de capulho) incorporado nessa colhedora é muito eficiente, mas houve graves problemas na posta ao ponto desta máquina, impossibilitando o seu uso para esse projeto. Apenas um canto da Fibermax semeada a lanço foi colhido de *stripper* e descarregado na máquina de 20 serras da Coodetec, em Primavera do Leste-MT, e analisado no laboratório da Unicotton na mesma cidade, com equipamentos HVI e AFIS. O resultado mais notável é relativo à presença de *neps* (enroladinhas de fibra ou fragmentos de casca da semente), em maior quantidade no lote colhido de *stripper*, quando comparado aos lotes da mesma variedade colhidos à mão ou com *picker*, nos outros ensaios. Esse resultado preliminar é muito precário, mas é consistente com os relatos americanos, atribuindo-se o maior número de *neps* ao limpador HL das *strippers*<sup>38</sup>. O resultado demonstra a necessidade de usar o módulo *neps* do AFIS em trabalhos comparativos *stripper/picker*.

## Validação em Safrinha com Colheita *Stripper*

O segundo ano (2003/04) do Projeto Coodetec consistiu, basicamente, num dispositivo de validação com um ensaio testado em três ambientes de safrinha, em duas fazendas de Campo Verde-MT<sup>39</sup>. O dispositivo incluía quatro tratamentos, envolvendo as duas melhores variedades, e dois espaçamentos ultra-estreitos (sulcos a 45 cm e 22,5 cm). Os três ensaios foram em plantio direto em cima de palhada de milho e de sorgo (Fazenda Mourão, final de janeiro) e posteriormente à soja (Fazenda Adriana, início de fevereiro). Pretendia-se ajustar a densidade de plantas na linha para conseguir um estande ótimo de, aproximadamente, 250 mil plantas/ha em cada tratamento, porém os ensaios foram semeados com semeadeira de grãos, havendo grande dificuldade em controlar o estande. Além do mais, a semeadeira acarretou problemas de enraizamento por sulcos de plantio rasos, na terra arenosa da Fazenda Adriana, onde as plantas ficaram naturalmente muito baixas (63 cm), com reflexo na produtividade (103 @/ha). Os ensaios da Fazenda Mourão instalados sobre palhada de milho e sorgo foram bem-sucedidos, com produtividades relativamente altas para plantios de final de janeiro (236 e 215 @/ha, respectivamente).

<sup>38</sup> BRASHEARS, 2002. p. 324.

<sup>39</sup> BÉLOT, 2006.



O controle do mato com dessecação e aplicações de herbicidas pré e/ou pós-emergentes foi satisfatório, salvo em algumas manchas, capinadas manualmente. O controle do crescimento vegetativo com regulador de crescimento foi moderado, principalmente depois do sorgo, e menos precoce que nos ensaios do ano anterior, levando a plantas de 1 metro de altura. Um controle drástico do bicudo foi necessário desde que a região deixou de ser área livre dessa praga, fato que poderia até inviabilizar a opção de safrinha nessas circunstâncias. Não houve necessidade de usar desfolhantes e maturadores.

Na colheita, foram usadas duas colhedoras de tipo *stripper*, a Giacomazzi/Classel e a John Deere 7455. As colheitas atrasaram até os 185 e 215 dias, em decorrência de diversos problemas com as máquinas, sobrando apenas a JD7455 para a Fazenda Mourão. As perdas após colheita, no chão e nas plantas, foram avaliadas por amostragem. No ensaio de safrinha atrás de soja com plantas baixas, fraquinhas e pouco produtivas, as perdas de algodão alcançaram 17% do algodão colhido à máquina. Nos outros dois ensaios, mais produtivos (acima de 200 @/ha) e com plantas mais desenvolvidas – aproximadamente 1 metro de altura, ou seja, além da altura recomendada para colheita de *stripper* –, as perdas foram menores (12% a 13% do algodão colhido à máquina, ou seja, 26 a 31 @/ha). Esses níveis de perdas são elevados, mas, na realidade, são os reflexos de dois fatores: perda prévia no chão, por atraso na colheita, e perdas decorrentes do algodão que escapou entre os dedos da plataforma da colhedora. A parte de cada fator não foi determinada em nosso trabalho.

É de conhecimento que existe um estágio ideal para entrar colhendo, sendo que todo atraso na colheita incorre em perdas crescentes, quantitativa e qualitativamente<sup>40</sup>. Entrando no momento certo com a máquina bem regulada, o nível de perdas com colhedora *picker* situa-se na faixa de 4% a 5%<sup>41</sup>. Esse ponto de colheita ótimo seria o mesmo para minimizar as perdas com os dois tipos de colhedora.

Apesar de ser colhido com casca e fragmentos lenhosos (Figura 2), o algodão de *stripper*, nos três ensaios, ficou bastante limpo, em decorrência do bom desempenho dos limpadores HL de ambas as máquinas. Logicamente, a carga de impurezas (*Trash* e Área) aumentou da colheita manual para a *stripper*, ficando, porém, em níveis comumente observados em colheitas de *picker* ou, inclusive, manuais em áreas com algodão mais carregado. Não apareceram diferenças notáveis entre os ensaios (soja, milho, sorgo) nem entre as máquinas (Giacomazzi/Classel e John Deere 7455, no ensaio depois de soja). Apareceu uma tendência à diminuição da reflectância (Rd), que também foi observada no caso da colheita de *picker*. Esses dados muito preliminares conseguidos em condições atípicas (colheita tardia, andamento irregular das máquinas) precisam ser completados em condições normais.

<sup>40</sup> LIMA, 2005.

<sup>41</sup> SANTOS, 2005.



Figura 2: Detalhes da colheita *stripper*. O molinete bate nas plantas quebradiças e a máquina “engole” os capulhos com cascas e fragmentos lenhosos a serem separados do algodão-caroto pelo limpador HL, incorporado na colhedora.

## Desempenho em Mato Grosso da Colhedora *Stripper* Importada

A colhedora John Deere 7455, usada nos ensaios da Coodetec, foi importada pela Fundação Centro-Oeste para a avaliação do seu desempenho junto com o pessoal da Embrapa<sup>42</sup>. A JD7455 estava equipada com plataforma de colheita da marca BollBuster de 4,5 metros de largura capaz de colher algodão adensado com qualquer espaçamento. A plataforma é composta da barra de dedos despojadores de capulhos de algodão em forma de pente, auxiliada por um molinete de quatro barras<sup>43</sup>. O algodão, com cascas e fragmentos lenhosos, passa logo por um limpador extrator da casca e corpos aparentados, e vai para a cesta da colhedora. A plataforma BollBuster pode ser adaptada às colhedoras *stripper*, tanto das marcas John Deere como Case.

No município de Primavera do Leste, três áreas foram plantadas com três variedades em sulcos estreitos (40 cm a 50 cm), para avaliar a velocidade de deslocamento e o índice de perdas na colheita<sup>44</sup>. Houve duas lavouras bastante produtivas e outra menos produtiva. As duas primeiras tiveram 180 mil e 215 mil plantas por hectare, com altura de 1 metro e produção respectiva de 196 e 216 @/ha. Nessas condições, a velocidade foi lenta, respectivamente 2.5 e 3.6 km/h e as perdas elevadas, 18% e 16% do algodão colhido, respectivamente. A terceira área foi mais rala (127 mil plantas por hectare), com plantas menos desenvolvidas (75 cm de altura) e menos produtiva (90 @/ha). Nessa condição, o índice de perdas foi menor (10%) e a velocidade maior (4.3 km/h), porém bastante inferior à velocidade usual de uma colhedora *picker* (de fusos). Como no caso anterior, não se sabe quais eram os níveis de perdas preexistentes na hora em que a máquina entrou nas lavouras.

<sup>42</sup> SILVA, 2005a. 12p.

<sup>43</sup> Id., 2005b.

<sup>44</sup> Id., 2005a. 12p.



Um comparativo de perdas entre os dois tipos de colhedoras, *stripper* e *picker*, foi realizado numa área plantada com várias linhagens da Embrapa, em espaçamento convencional de 90 cm. Não há indicação do estande, provavelmente na faixa de 100 mil plantas por hectare, nem da altura das plantas, provavelmente superior ou igual a 1 m, resultando em condições atípicas para colheita de *stripper*. Para cada uma das 9 linhagens, o índice de perdas foi, consistentemente, maior para a *stripper*: 13%, contra 7% para a *picker*.

## Experiências em Escala Subcomercial

Duas experiências mato-grossenses, em escala quase comercial, foram apresentadas no último congresso brasileiro de algodão, a primeira do grupo Maeda, no município de Deciolândia, em 2003, e a segunda, do grupo Itaquerê, no município de Novo São Joaquim, em 2004. Por questão de lógica interna do relato, ficam apresentadas aqui na ordem inversa.

O grupo Itaquerê teve, em 2004, uma área de algodão de safrinha, depois de soja, de 90 hectares, dedicada a experimentar algodão adensado<sup>45</sup>. Neste trabalho, feito em parceria com a Fundação Centro-Oeste, foi usada a colhedora *stripper* JD7455, com plataforma BollBuster, importada para ensaios. A área foi dividida em sete parcelas de igual tamanho, quatro dedicadas a sistema adensado (espaçamento 45 cm) para colheita de *stripper* com quatro variedades diferentes, e três para servir de testemunha em sistema convencional (espaçamento 90 cm) para colheita de *picker* com as mesmas variedades (menos uma). O plantio foi bem tardio, 25/02/04, e a densidade na linha foi de, aproximadamente, 11 plantas por metro linear, levando a estandes de 240 mil plantas no sistema adensado, e a metade no convencional. O controle de ervas daninhas foi com a dessecação da soja, herbicidas pré e pós-emergentes e capina manual. O controle de altura com regulador de crescimento não foi necessário no algodão convencional, mas houve duas aplicações no algodão adensado para ajudar a formatar as plantas para a colheita de *stripper*. O controle de doenças foliares e de pragas incluiu três aplicações de fungicidas e 12 de inseticidas. Chegou-se ao ponto de colheita aos 150 dias.

Cada parcela foi colhida, pesada e beneficiada, separadamente, na algodoeira com amostragem dos fardos para análises de fibra por HVI. A produtividade média foi bastante elevada para plantio tão tardio, na faixa de 170 a 180 @/ha de algodão caroço. Os índices de perdas não foram avaliados. Para cada parcela, houve várias avaliações de produtividade, algumas a favor, outras em desfavor do algodão adensado, sem poder concluir de forma definitiva em função da falta de desenho experimental formal<sup>46</sup>. Em dois de três casos, o adensamento aumentou a produtividade de algodão caroço, mas diminuiu o rendimento em fibra, levando a empatar a produtividade em fibra em um dos três casos<sup>47</sup>. O caso de

<sup>45</sup> BRUNETTA, 2005.

<sup>46</sup> Ibid.

maior perda em rendimento em fibra com algodão adensado colhido de *stripper* foi também o que teve um reflexo negativo sobre quase todas as características da qualidade intrínseca da fibra, tal como comprimento e uniformidade, índice de fibras curtas, resistência e *micronaire*. Nos outros dois casos, o algodão adensado colhido de *stripper* apresentou somente piora da reflectância (Rd) e do índice de amarelecimento (+b). Não foi medido o conteúdo de *neps*.

Uma avaliação econômica foi experimentada tomando-se, como referência, o manejo padrão e os custos médios de uma lavoura de safra normal, com ciclo de 190 dias. Com safrinha de 150 dias e espaçamento convencional, o número de aplicações de defensivos caiu de forma bastante expressiva. Foram economizadas 2-3 aplicações de fungicidas, 4 de inseticidas e 4-5 de regulador de crescimento. Já com a safrinha adensada, as diferenças com relação à safrinha convencional foram as seguintes: maior gasto com semente (duplicado) e com regulador de crescimento (duas aplicações em adensado, contra nenhuma em convencional), menor gasto com controle das plantas daninhas (fechamento das entrelinhas bem mais precoce) e menor gasto com colheita (com base em medições e estimativas). Globalmente, a opção por algodão de safrinha teve menor custo de produção, menor produtividade e maior lucratividade<sup>48</sup>, porém os dados disponíveis não permitem estabelecer um balanço agrônomo e econômico mais detalhado. A subopção safrinha com algodão adensado não levou a incrementos sistemáticos em produtividade e precocidade; teve custos reduzidos no controle das plantas daninhas, mas aumentados em sementes e regulador, empatando na fase pré-colheita. Os fatores que teriam condição de pesar com maior contundência no balanço global seriam aqueles vinculados ao uso da colhedora *stripper*: economias geradas na colheita, conseqüências no beneficiamento e na fiação, com reflexo no preço de compra da fibra, enfim elementos sobre os quais carecemos de informação direta.

O grupo Maeda teve, em 2003, uma área de algodão de safrinha, depois de soja, de 315 hectares, dedicada a algodão adensado (espaçamento 45 cm)<sup>49</sup>, porém não foi usada colhedora de tipo *stripper*, mas uma colhedora de tipo *picker* (de fusos) com novo modelo de plataforma versátil, capaz de colher algodão convencional ou adensado. Trata-se da John Deere 9996, equipada com plataforma PRO-12 VRS, com capacidade para colher até 12 linhas com espaçamento de 38 a 101 cm, aquela que está sendo detalhadamente avaliada nos EUA. Corta as plantas de uma fileira em duas e as conduz para a zona de extração dos capulhos. O desempenho e a eficiência de colheita seriam os mesmos da colhedora *picker* normal. Os primeiros resultados dos EUA tendem a confirmar essa presunção<sup>50</sup>. A área foi dividida em sete parcelas, seis dedicadas ao sistema adensado, com seis variedades diferentes, e apenas uma para servir de testemunha em sistema convencional (espaçamento de 90 cm). O plantio foi bem tardio, 20/02/04, mas houve chuvas

<sup>47</sup> SILVA, 2005b. <sup>49</sup> LANDIVAR, 2005.  
<sup>48</sup> BRUNETTA, 2005. <sup>50</sup> WILLICUTT, 2005.



de março e, ainda, 180 mm até maio, totalizando 1.500 mm entre janeiro e maio. O estande foi de 270 mil plantas no sistema adensado e a metade no convencional. Com o uso de desfolhante, chegou-se a ponto de colheita aos 150 dias. A produtividade foi excelente, 215 @/ha, apenas 40 @/ha menos que as lavouras de safra normal, que foram prejudicadas por excesso de umidade e falta de sol. A fibra foi de excelente qualidade e tipo correto (4.5), porém não houve avaliação do conteúdo de *neps*. No caso da variedade que foi plantada em ambos os sistemas, adensado e convencional, o adensamento não provocou queda do rendimento em fibra no descaroçamento nem de qualidade de fibra. Igual no caso do grupo Itaquerê, o algodão de safrinha, quando comparado com o algodão de safra, abaixou o custo de produção e produtividade, e aumentou a lucratividade. Neste caso, foi calculado o custo de produção (beneficiamento incluído) em termos de dólar americano (USD) por libra de fibra produzida, aquele que define a competitividade do produto no mercado internacional. A fibra de safrinha ficou em 0.33 USD/Lb contra 0.40 para fibra de safra normal<sup>51</sup>, porém, igual ao caso do grupo Itaquerê, dentro da opção safrinha, os dados apresentados não permitem avaliar, separadamente, as duas subopções: espaçamento convencional e adensado.

## Perspectivas com Maquinários para a Colheita

Além das colhedoras de tipo *picker* (de fuso) em uso no Brasil, praticamente, até agora, não existiam outras opções para a colheita. A introdução da unidade de colheita BollBuster de dedos (*stripper*) e da nova unidade PRO VRS 12 (*picker*), da John Deere, ambas capazes de colher algodão adensado, abrem novas perspectivas para a cotonicultura brasileira. Além do mais, novas ofertas técnicas estão sendo preparadas dentro do Brasil. A Classel Engenharia de Rondonópolis (MT) está trabalhando para desenvolver um sistema de colheita bastante versátil e de baixo custo, baseado numa unidade de colheita de dedos (tipo BollBuster) acoplada a um eficiente limpador extrator de cascas e lenhos. A unidade poderia ser movimentada por trator, com carreta, ou acoplar-se a uma colhedora de grãos reformada<sup>52</sup>. Essa oferta poderia representar uma opção interessante para produtores de médio porte, visando alguns fragmentos do mercado nacional menos exigentes em qualidade de fibra.

## Considerações Finais

No Brasil, o sistema de produção “algodão adensado” teria boas chances de prosperar em situações onde existe boa disponibilidade em água, mas limitada no tempo, como no caso do algodão de safrinha (segunda cultura) em Mato Grosso, ou algodão de safra

<sup>51</sup> LANDINAR, 2005.

<sup>52</sup> HESSEL, 2005.

principal em algumas regiões do Nordeste<sup>53</sup>. Em Mato Grosso, nas áreas livres de bicudo, a opção de algodão de safrinha apresenta uma série de vantagens agrônômicas e econômicas<sup>54</sup>, que podem ser incrementadas mediante adensamento do cultivo. Por algodão adensado entendemos cultivo com espaçamento tipo soja, levando a densidades de 200 mil a 250 mil plantas por hectare e até um pouco mais, dependendo da variedade e condições locais. Porém, um maior número de testes em escala comercial – integrando lavoura, algodoeira e fiação – seria necessário, até para definir melhor as consequências das opções de colheita, de tipo *stripper* ou *picker*. Parcerias com a Fundação Centro-Oeste para uso da *stripper* JD, com plataforma BollBuster importada para ensaios, ou da John Deere do Brasil, para testes com a plataforma Pro VRS 12 e, futuramente, com o protótipo de *stripper* da Classel Engenharia teriam que ser fomentados.

Em nível meramente agrônômico, a principal vantagem de cultivar algodão em safrinha seria o posicionamento da fase de floração num período mais ensolarado, favorável ao pegamento das primeiras maçãs e desfavorável a doenças foliares. Riscos também existem, climáticos ou sanitários: corte das chuvas mais precoce que o habitual, eventuais problemas com outras pragas tardias. Em nível de propriedade agrícola, o algodão de safrinha pode ser uma opção para melhorar o gerenciamento agrônômico global, propiciando opções de rotação em explorações dominadas por soja ou algodão de safra.

A escolha alternativa do algodão adensado tem o potencial para melhorar a produtividade, além de outras vantagens, como, por exemplo, sobre o controle das plantas daninhas, desde que o fechamento das entrelinhas aconteça quase um mês antes. Pode ser também uma opção para o agricultor na produção do algodão com menor investimento de maquinário e menor risco. Porém, a implementação do sistema é mais exigente quanto ao monitoramento e à realização dos tratos culturais no momento certo, visando alguns fragmentos do mercado nacional menos exigentes em qualidade de fibra.

Em consequência do maior número de maçãs formadas em menor tempo, a competição entre maçãs é maior no algodão adensado. Com a provável instalação gradativa de um estresse hídrico no final do ciclo, poderá haver, em alguns casos, diminuição do rendimento em fibra no descaroçamento, assim como da resistência, maturidade e *micronaire*. Se a limitação for mais precoce, poderá haver até diminuição do comprimento da fibra e da uniformidade. Reflectância, índice de amarelecimento, tipo e *neps* têm mais a ver com o tipo de colheita *stripper* ou *picker* e terão reflexo sobre a categoria comercial da pluma e o uso industrial de mesma. Uma colheita de *stripper* menos onerosa visaria alguns fragmentos do mercado nacional menos exigentes em qualidade de fibra.

<sup>53</sup> LANDIVAR, 2005.

<sup>54</sup> SEGUY, 2001.



## Literatura Consultada

- AGUIAR, P. H. Avaliação de diferentes espaçamentos, densidade e arranjo de plantas sobre a produtividade do algodão: safra 2002/2003. In: **RELATORIO Facual** [S.l.: s.n.], [2003?]. Rondonópolis: Fundação Mt, 2003. 17 p.
- AZEVEDO, D. M. P. de et al. 1999. Manejo cultural. In: BELTRÃO, N. E. de M. (ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 1023 p. v.2.
- BADER, M. J.; CULPEPPER, S. Comparison of conventional and UNR cotton production systems. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Atlanta: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.
- BAUER, P. J. et al. Cover crop, tillage, and N rate effects on cotton grown in ultra-narrow rows. **Crop Management**, [S.l.], n. 10, p. 1-7, 2003.
- BÉLOT, J. L. et al. Avaliação dos sistemas de cultivo do algodão em linhas estreitas (NRC) ou ultra-estreitas (UNRC) com um protótipo de colheitadeira *stripper* fabricado no BRASIL: safra 2002/2003. In: **RELATORIO Facual**. Cuiabá: Coodetec, 2004. 34 p.
- \_\_\_\_\_. et al. Avaliação de alguns sistemas de cultivo do algodão em linhas ultra-estreitas (UNRC) colhidos com colheitadeiras *stripper*: safra 2003/2004. In: **RELATORIO Facual**. Cuiabá: Coodetec, 2006. No prelo.
- BELTRÃO, N. E. de M. et al. Manejo cultural do algodoeiro herbáceo na região do cerrado. In: FUNDAÇÃO MT; EMBRAPA ALGODÃO. **Mato Grosso: liderança e competitividade**. [S.l.]: Fundação MT, 1999. 182 p.
- \_\_\_\_\_.; PEREIRA, J. R.; OLIVEIRA, J. N. de. Algodão de elevada densidade (fileiras estreitas) em condições de sequeiro: efeitos na produtividade, nos componentes da produção e na fibra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2003, Goiânia-GO. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2003.
- BRASHEARS, A. D. et al. Foreign matter and lint quality as affected by defoliation levels in stripper harvested cotton. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Atlanta: [s.n.], 2002. p. 324. 1 CD-ROM.
- CARVALHO, L. H. et al. Comportamento da linhagem 96/319 de algodoeiro em diferentes espaçamentos e densidades de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2005.
- CLAWSON, E. L.; COTHREN, J. T.; SATTERWHITWE, J. L. Analysis of UNR and conventional spaced cotton yield at varying nitrogen fertilizers rates. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Nashville: [s.n.], 2003. p. 1.664. 1 CD-ROM.
- DELANEY, D. P.; MONKS, C. D. Plant populations and planting dates for UNR cotton. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Atlanta: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, A. C. D. B.; LAMAS, F. M.; BARBOSA, K. D. A. Desempenho de cultivares e linhagens de algodoeiro em função do arranjo das plantas no Estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.
- GERIK, T. J.; HONS, F. M. Nitrogen requirements in UNR cotton systems. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Atlanta: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa de Algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 238 p.

GWATHMEY, C. O. et al. Adaptation of Cotman for use in UNR cotton. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, San Antonio, [s.n.], 2004. p. 229. 1 CD-ROM.

HESEL, C. Protótipo da máquina para colheita de algodão adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Espaçamento e densidade. In: EMBRAPA. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 296 p.

\_\_\_\_\_. et al. Efeito do espaçamento e densidade de plantas sobre o comportamento do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005a.

\_\_\_\_\_. Espaçamento ultra-estrito na cultura do algodoeiro: resultados obtidos em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador-BA. **Anais...** [s.l.:s.n.], 2005b.

LANDIVAR, J. A.; MAEDA, N. Sistemas de plantio adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.

LARSON, J. A.; ROBERTS, R. K.; COONEY, M. B. Yield and net revenue response to plant population for UNR cotton. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Nashville: [s.n.], 2003. p. 436-437. 1 CD-ROM.

LIMA, V. P. de Toledo et al. Avaliação de perda de peso de algodão (*Gossypium hirsutum*) em caroço em diferentes épocas de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.

MARQUIS, J. et al. Effect of row width and nitrogen on cotton morphology and canopy microclimate. **Crop science**, [s.l.], v.44, n.3, p. 870-877, 2004.

MARTIN, J. et al. Primeiros resultados Coodetec-Cirad sobre algodão adensado colhido com colheitadeira de tipo *stripper* em Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.

\_\_\_\_\_. Primeiros ensaios Coodetec-Cirad com espaçamentos ultra-estritos em Mato-Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 662-664.

McALISTER III, D. D.; ROGERS, C. D. The effect of harvesting procedures on fiber and yarn quality of ultra-narrow-row cotton. **Journal of Cotton Science**, [S.l.], v.9, n.1, p. 15-23, 2005.

NICHOLS, S. P.; SNIPES, C. E.; JONES, M. A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton. **Journal of Cotton Science**, [S.l.], v.7, n.4, p. 148-155, 2003.

\_\_\_\_\_.; SNIPES, C. E.; JONES, M. A. Cotton growth, lint yield, and fiber quality as affected by row spacing and cultivar. **Journal of Cotton Science**, [S.l.], v.8, n.1, p. 1-12, 2004.

RINEHARDT, J. M. et al. Response of ultra-narrow and conventional spaced cotton to variable nitrogen rates. **Journal of Plant Nutrition**, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 743-755, 2004.



ROCHE, R. et al. Does a different plant type enhance performance of UNR cotton production systems? In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, 2004, San Antonio: [s.n.], 2004. p. 2009-2011. 1 CD-ROM.

SANTOS, J. B. dos et al. Avaliação da perda em produtividade de cultivares de algodoeiro em função da colheita mecanizada no oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005.

SCHMIDT, P. A. et al. Produtividades do algodoeiro em diferentes densidades de plantio no cultivo ultra-estrito nos sistemas de plantio convencional e direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2003.

SEGUY, L. et al. A safrinha de algodão: opção de cultura arriscada ou alternativa lucrativa dos sistemas de plantio direto nos trópicos úmidos?. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2001.

SILVA, A. V. et al. Efeito dos espaçamentos superadensado, adensado e convencional e densidades de semeadura na linha sobre as características agrônômicas do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 644-645.

SILVA, O. R. R. F. da ; FREIRE, E. C. Avaliação e impacto da colheita de máquina stripper no sistema de produção de algodão superadensado no cerrado de Mato Grosso. In: **RELATORIO Final Facual**. Cuiabá: Fundação Centro-Oeste, 2005a. 12 p.

\_\_\_\_\_. Máquinas para uso em algodão ultra-estrito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2005b.

SILVERTOOTH, J. C.; EDMINSEN, K. L.; McCARTY, W. H. Production practices. In: SMITH, W. C.; CO-THREN, J. T. (Eds.). **Cotton: origin, history, technology and production**. [S.l.:s.n.], 1999. p. 451-488. (Wiley Series in Crop Science).

STICHLER, C.; HAKE, K. **Think like a cotton plant**. Cotton Physiology Today. Newsletter of the Cotton Physiology Education Program. [S.l.]: Nacional Cotton Council, 1991.

VORIES, E. D. ; GLOVER, R. E. Comparing the timing of the last effective boll populations in UNR and conventional cotton. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, Atlanta: [s.n.], 2002. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. et al. Three-year comparison of conventional and ultra narrow row cotton production systems. **Appl. Eng. Agric.**, [S.l.], v. 17, n. 5, p. 583-589, sept. 2001.

WILLCUTT, M. H.; COLUMBUS, E. P. Evaluation of a 15-inch spindle harvester in various row patterns: two years progress. In: **PROCEEDINGS OF THE BELTWISE COTTON CONFERENCES**, New Orlenas: [s.n.], 2005. Disponível em: <<http://www.cotton.org>>. Acesso em: 7 out. 2005.

YAMAOKA, R. S. et al. Comportamento de cultivares IPR 95E e COODETEC 401 ao adensamento de plantio do algodoeiro no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Anais...** [S.l.:s.n.], 2001. p. 609-611.



## Pesquisas Financiadas pelo FACUAL - Algodão Ultra-Adensado

- Avaliação dos sistemas de cultivo do algodão em linhas estreitas (NRC) ou ultra-estreitas (UNRC) com um protótipo de colheitadeira “*stripper*” fabricado no Brasil. – Safra 2002/2003 – 2002 – Coodetec/Cirad/Unicotton
- Avaliação e Impacto da Colheita de Máquina *Stripper* no Sistema de Produção de Algodão Super Adensado no Cerrado de Mato Grosso – 2003 - Fundação Centro-Oeste/Embrap
- Avaliação Técnico-econômica de alguns sistemas de cultivo do algodoeiro em linhas estreitas (NCR) ou ultra-estreitas (UNCR) – 2003 - Coodetec/Cirad/Unicotton.
- Avaliação de diferentes espaçamentos, densidade e arranjo de plantas sobre a produtividade do algodão – 2002 e 2003 – Fundação MT
- Manejo do espaçamento entrelinhas do algodoeiro para cultivo safrinha no Centro Norte Mato-grossense. – 2004 – Fundação Rio Verde